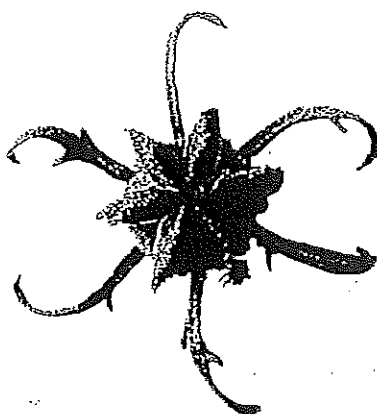


Congreso de Botánica

en homenaje a **Francisco Loscos** (1823 • 1886)

Alcañiz 1986

ACTAS



Teruel, 2000



Instituto de Estudios Turolenses
Excm. Diputación Provincial de Teruel

EL SISALLAR, SU PASADO, PRESENTE Y FUTURO. ESCORRENTÍAS SALOBRES EN LAS VALES ARAGONESAS Y USO GANADERO DE LAS TIERRAS MARGINALES

PEDRO MONTSERRAT RECODER*

RESUMEN

El regadío, el agua en los sistemas agrarios y en los más naturales de naturaleza marginal, debe fomentar la diversificación y acentuar las complementariedades para organizar unos conjuntos estables y cada vez más productivos. Se trata de obras muy costosas, con agua obtenida exigiendo grandes sacrificios sociales y deben fomentar un progreso armónico, sostenido.

La salinidad persiste en los ambientes áridos. En parte de Aragón existen sales geológicas inmovilizadas que serán liberadas por los riegos. El fenómeno es antiguo y las comunidades vegetales evolucionaron adaptándose genética y ecológicamente.

El autor describe los elementos estructurales implicados y sugiere una diversificación ganadera con caza y reservas destinadas a mantener o aumentar la diversidad paisajística. Se detiene algo en la potencialidad de las plantas C_4 , tan resistentes a la fotorrespiración, a la gran luminosidad, con su importancia ganadera tradicional y la que tendrán en el futuro.

Concluye destacando algunas acciones diversificadoras —creadoras de gradientes ecológicos y de utilización—, en especial las reservas con plantas y animales endémicos, además de unos hombres formados en fincas experimentales para aumentar su cultura científico-técnica moderna, más eficaz aún que la tradición ganadera del pasado aragonés más reciente.

SUMMARY

The *Salsola vermiculata* plant communities and the brackish soil problems in the driest part of Aragon, Spain.

Key words: Salinity, irrigation problems, C_4 plants, photorespiration, autumn seed production and grazing in the fall, young farmers monitoring and Nature conservation.

The *Salsola-Peganion* plant communities are well adapted to eutrophic-brackish soils, and also to sheep grazing in autumn, because of its big seed production at the end of summer. The C_4 photosynthesis and reduced photorespiration are very important in the

* Instituto Pirenaico de Ecología. Apdo. 64. 22700 Jaca.

Chenopodiaceae as *Salsola vermiculata*. Green, glaucous and silvery colours are typical of the dry, sunny, steppic conditions found in some parts of Aragón.

The new irrigation projects would be adapted to the landscape diversity and improving it by the modern techniques of water distribution, together with a young farmers monitoring on research fields. Hunting and nomad grazing (*trashumancia*) to the Pyrenees will also improve diversity making a normal Nature conservation.

PREÁMBULO

Las plantas se organizan en comunidades y traducen, son como el espectro fiel de unos ambientes complejos que actuaron, siguen actuando y actuarán después de nosotros. Podemos contribuir al progreso, pero también acecha el peligro de provocar la destrucción sin crear nada original que sea capaz de progresar, de conducirnos a lo mejor que todos deseamos.

Resulta evidente la orientación oficial del Congreso hacia un conocimiento de los problemas de salinidad y riegos con discusión de soluciones posibles. El clima aragonés presenta la modalidad más dura del Valle del Ebro con su cierzo desecante y perturbador. El clima favoreció la conservación de sales y ahora las concentra por evaporación en la superficie del suelo. Las plantas grises, plateadas o de un verde garzo ya indican la dureza del clima tan soleado, sin una sombra refrescante para las plantas que deben persistir y... producir. La salinidad ha sido protagonista de nuestras jornadas junto con la eutrofización edáfica y el clima adverso, que siguen actuando sobre los pastos esteparios y constituyen el meollo de lo que pienso decir ahora.

Los grandes herbívoros, anteriores al rebaño manejado por el hombre aragonés prehistórico (elefantes, équidos, rumiantes, aves esteparias, roedores, etcétera), moldearon la vegetación actual; somos herederos además de culturas pastoriles, ganaderas, y debemos fomentarlas adaptándolas al mercado y a otras posibilidades del mundo actual, hispánico y hasta europeo.

INTRODUCCIÓN

Las plantas nos indican unas cualidades ambientales, detectan los factores decisivos, limitantes, y forman comunidad (la fitocenosis) que potencia su valor como indicador de cada ambiente. Son unos seres arraigados, fijos al suelo, que soportan las veleidades climáticas y una salinidad edáfica. Cada fitocenosis tiene sus límites de tolerancia para los distintos tipos de salinidad, hasta la mala aireación del suelo salino humedecido. Se trata de unos factores químicos superpuestos a los físicos condicionantes de cada reacción en el suelo y en las plantas.

Existe mucha bibliografía sobre el tema y durante el Congreso hemos tenido ocasión de conocerla gracias a unos excelentes intérpretes, pero ahora sólo deseo destacar la más útil para comprender la dinámica de los pastos y otras comunidades vegetales. Es básica, imprescindible, la obra del maestro indiscutible y tan unido al ponente que me precedió (J. Braun-Blanquet y O. de Bolós, 1957). Durante diez años recorrieron lo más árido de Aragón, describiendo el efecto de salinidad y clima sobre la vegetación. Señalan con claridad la eutrofización más general, en unas vales contaminadas por sales y materia orgánica del ganado, que conduce al sisallar en sus diversas formas, hasta la mayor salinización en cuencas cerradas endorreicas. Ver también F. Cámara, 1946.

De mis publicaciones destacaría sólo las más relacionadas con el tema, en especial la dedicada al pasto del Valle del Ebro (P. Montserrat, 1956) y la dividida en dos partes (1960-1962b) que aporta el resultado de

los trabajos de campo realizados con ayuda del Patrimonio Forestal del Estado en Aragón. Además, el lector puede consultar la revista *Montes de Madrid y Agro-Aragonés de Huesca* (1957, 1959, 1961, 1962a), junto con un artículo divulgador (1966b) y el Mapa de vegetación del Valle del Ebro (1966a).

Son citas antiguas, ciertamente, pero mi contacto con los pastos de Aragón ha sido continuo y he visto la destrucción causada por unos movimientos de tierra incontrolados, con abuso de una maquinaria que ya entraba tímidamente en los años cincuenta. La erosión aumentó con arrastres espectaculares o en el subsuelo mineral levantado por la labor profunda, o con un tractor mal empleado al borde de la tierra arable. La erosión y colmatación de vales no es nada nuevo, pero antes se hacía sobre un pasto duro, el albardín, que tolera los aterramientos fijándolos. Espartal de albardín hacia sisallar si aumenta la eutrofización, con un ganado que pasta en otoño-invierno. Es el panorama, el paisaje que vamos a ver conjuntamente.

Entre los años cincuenta y setenta, se han producido avances espectaculares en la ecofisiología, en el estudio funcional de las plantas y sus comunidades ante ambientes difíciles. Ahora comprendemos mejor la dinámica vegetal en un ambiente estepario y podemos valorar el refinamiento adaptativo de las culturas del pasado. En el viejo mundo pesa mucho la evolución cultural ganadera, pero en el nuevo, en los Andes y sierras mejicanas, las culturas agrarias descubrieron unas plantas extraordinarias y aptas para el cultivo intensivo.

El suelo de las estepas, en especial si sufre la iluminación excesiva, se caldea durante el día aumentando la respiración normal de las plantas. La luz en exceso perjudica y las estepas se llenan de unas plantas grises, glaucas o plateadas, como vemos en lugares de Aragón afectados por el cierzo descendente y seco. Pero ahora ya conocemos, además, la gran merma por fotorrespiración y hasta la destrucción de los grana y cloroplastos en hojas expuestas a determinadas radiaciones tóxicas para otras plantas. El enfriamiento nocturno preserva los alimentos acumulados por la planta, pero en invierno puede perjudicar y se precisan unas plantas muy evolucionadas en su adaptación a tantas inclemencias. Producción fotosintética difícil, respiración aumentada por el calor que lignifica o endurece el pasto, más la fotorrespiración reducida gracias a las epidermis que reflejan ciertas radiaciones luminosas (albedos blanquecinos), nos interpretan algo de la dinámica vegetal en las estepas aragonesas.

El sisallar esquematiza el problema y así titulé mi ponencia destacando su importancia. Con el sisallo dominante (*Salsola vermiculata*) encontramos otras quenopodiáceas, en especial *Atriplex halimus*, y varias gramineas. Bledos y cenizos, con mocos de pavo (*Chenopodium*, *Amaranthus*, etcétera), producen también mucha semilla en otoño después de los calores estivales, época con mucha fibra en el pasto. Nuestro sisallo tipifica la producción ganadera, mientras los dos últimos géneros la de los pseudocereales incaicos y aztecas.

La cultura ganadera aragonesa, desde sus raíces prehistóricas, ha utilizado en otoño el potencial productivo del sisallo que transformaba en incremento lácteo, en cordero tierno para las navidades del aragonés. Hemos roto con la tradición trashumante socialmente inviable, por no haber intentado seriamente su evolución hacia el transporte rápido del rebaño sin grandes migraciones humanas.

Por lo tanto, y para concluir la ambientación del tema, vemos cómo dos culturas dispares: una agrícola precolombina y otra aragonesa de raíces prehistóricas utilizaron la energía biológica acumulada en semillas de bledos, cenizos y sisallo. Es una constante de la humanidad que se adapta culturalmente al ambiente para sobrevivir y ahora no sabemos aprovechar científicamente su experiencia; conviene conocer a fondo las adaptaciones tradicionales de tipo cultural, ya que rompimos con el pasado sin desarrollar a tope todas las potencialidades heredadas.

ASPECTOS MÁS CONCRETOS Y METODOLÓGICOS

Centrada la temática, quiero esbozar los cuatro temas básicos implicados, facilitando así la discusión sobre algo bien situado en su perspectiva general. Existe el peligro de divagar entre varios temas relacionados y perder así el hilo que nos conducirá hacia el uso diversificado de los recursos naturales y humanos aragoneses: los del Bajo Aragón, el regable y por su gran originalidad cultural tan rico en peculiaridades de valor hispánico, europeo.

a) *Originalidad de flora, vegetación y usos de la misma.* Cabe destacarla en Aragón, pero en especial en los Monegros y Bajo Ebro tan afectados por el endorreísmo, con yesos y otras sales acumuladas que afloran sectorialmente y producen unas variaciones ecológicas extraordinarias en Europa.

Aun sin haberse generalizado el riego, sólo por la mecanización incontrolada que mencioné, ya vemos alteraciones en parte irreversibles, con unos trasiegos del suelo, aterrazamientos sin sentido, labores mal realizadas por tractoristas descastados, por empleo abusivo de productos fitosanitarios peligrosos, con acumulación de basuras o piedras en lagunas endorreicas y otros ambientes delicados del paisaje, afeado innecesariamente.

Pero aumenta el peligro si pensamos en el riego indiscriminado que homogeneiza lo diverso y estable, para convertirlo en algo sin sentido ecológico y además inviable. Ya son varios los amigos extranjeros que me advierten del deterioro sufrido en las fitocenosis aragonesas más originales y el peligro aumenta hasta amenazar seriamente a los endemismos aragoneses e hispánicos de Aragón. Se precisa la conservación de recursos botánicos, con una diversificación cuidadosa de las acciones, para usarlos sin destruir lo fundamental. Ya vimos que sólo el uso ganadero conserva lo heredado sin destruir la vegetación más original de Aragón; hacia su perfeccionamiento deben orientarse las investigaciones modernas.

b) *La salinidad y su movilización.* La ganadería debe utilizar las vales salobres, rescatando además las inutilizadas por riegos antiguos mal planeados. Existen plantas adecuadas y animales que las comen, pero hace falta coordinar, en espacio y tiempo, todas las posibilidades.

Esta parte formará el meollo del mensaje y se dirige a dar un fundamento ecológico a los trabajos para recuperar, por un riego discreto y eficaz, la fertilidad edáfica en ese ambiente tan difícil.

c) *El uso de sisallo y plantas afines.* Ya se iniciaron hace años algunos trabajos encaminados al uso ganadero de estas plantas aragonesas tan especializadas. Debemos acelerar la investigación extendiéndola del dominio ecofisiológico-botánico al agronómico-ganadero, hasta conseguir un sisallo moldeable, apto para cada ambiente y condición de uso. Conviene aprovechar al máximo su cualidad inestimable de formar semilla, finalizado el verano, con las lluvias equinocciales que podemos anticipar con riegos oportunos.

Ya insinué antes que el pasto es fibroso en la canícula, por la respiración que consume reservas vegetales (energía) y así la planta compite con el herbívoro, siendo inadecuada para mantener la producción láctea de la oveja en otoño. Aragón resolvió culturalmente el problema y ahora el reto es abordarlo científicamente para crear otros hábitos, otras maneras de mover el ganado y de actuar sobre la planta.

Las quenopodiáceas y plantas afines, tan tolerantes ante la contaminación orgánica, nos ofrecen la posibilidad de facilitar el saneamiento de aguas residuales en las poblaciones del Aragón más seco. Además, toleran la salinidad superficial en verano sin morir y agradecen el riego en agosto-septiembre.

d) *La diversificación ganadera.* Es obvio que un pasto tan especializado no llena las necesidades anuales de la oveja y menos las de un animal concreto. Se impone la investigación sobre un uso temporal con animales adaptados al aprovechamiento tanto del sisallo como plantas acompañantes, teniendo en cuenta la nece-

sidad de recuperar el pasto entre pastoreos. Ganado caballar-asnal, por una parte, que consume los cardos y el pasto duro, más los bóvidos que rebajen la talla del sisallo y *Atriplex halimus*, junto a cabras tradicionales bien colocadas en su ambiente apropiado, y acaso otros animales a ensayar, deben contribuir al consumo bien ordenado del pasto autóctono, minimizando así el uso de los forrajes producidos en el regadío normal próximo.

La trashumancia es un hecho tradicional y en esencia debe continuar el trasiego de rebaños, pero las familias aprovecharán la ventaja del transporte moderno que reduce las ausencias prolongadas del pastor. Las cooperativas de cooperativas y el valor añadido pueden y deben hacer maravillas.

Aragón no tolera más la disminución alarmante de su ganadería autóctona, con deterioro a veces irreversible de los pastos pirenaicos. La ganadería en pastoreo reduce los incendios catastróficos y preserva unos recursos vegetales autóctonos; ésta debería ser nuestra consigna ante el centenario del gran botánico homenajeado.

I. CONSERVACIÓN DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA

Nada gustaría tanto a Loscos como los esfuerzos orientados hacia la conservación de la riqueza vegetal aragonesa que tanto quiso conocer y divulgar. El hombre moderno, en especial con los tractores que se mueven por todas partes, altera el suelo natural y acaba con lo que resulta único en Europa y hasta en el mundo. Perdemos plantas curiosas, pero también otras muy útiles y usadas desde siempre por nuestro ganado, más la caza tan diversa que teníamos hasta hace poco.

Es muy antigua la extensión de una flora heliófila a gran parte de Aragón, con raíces en el Mioceno y varios periodos secos posteriores. Al final del Mioceno el Mediterráneo quedó casi seco durante un millón de años (crisis de salinidad mesiniense); el Ebro se despeñaba en cascada que retrocedía ahondando su cauce y los valles laterales, hasta llegar al paisaje con montes tabulares tan típico del Aragón actual. Durante los periodos Plioceno, Pleistoceno y Holoceno, continuó la erosión geológica hasta nuestros días. La erosión ascendente arranca un suelo formado previamente y corroe laderas que nos ofrecen ahora la roca sin modificación, en especial yesos y capas salinas; se comprende que los bosques no resistieran tanta erosión y así los matorrales o pastos heliófilos han llegado hasta nuestros días. La ardilla que atravesaba Aragón es algo bueno para contar, pero la realidad es que una flora de lugares abiertos persistió *in situ* a lo largo de la evolución geológica posterior al Mioceno.

Nuestras plantas tan originales han desaparecido de casi toda Europa por unos bosques invasores que las sofocaron, precisamente lo que no sucedía en nuestras estepas erosionadas. Un limo arrastrado por las aguas salvajes y el viento, algo parecido al loes de la estepa, pudo ser preservado por una gramínea benemérita, por el albardín o esparto aragonés. Los suelos que ahora vamos a regar fueron retenidos, formados, gracias a esa planta con rizoma poderoso y fijadora del suelo. Nuestros espartales presentan ahora unos rizomas secos de albardín que indican la erosión por un mal uso del recurso.

Los tomillares y romerales se han diversificado extraordinariamente, gracias al exceso de luz y falta de competencia arbórea, con unas especies gipsófilas (amantes del yeso) y halófilas (de la salinidad) extraordinarias, hasta presentar unos géneros endémicos, aragoneses (*Boleum*) o de las estepas españolas y norteafricanas (*Chronanthus*, *Retama*, *Erinacea*, *Lygeum*, *Vella*, *Hutera*, etcétera). Somos los guardianes europeos de algo valioso y medirán nuestra cultura por el éxito que obtengamos en su conservación.

La preservación de plantas y comunidades vegetales es un problema de conocimiento profundo, con ordenación y previsión cuidadosas; lógicamente debe recaer en botánicos entrenados y ser ejecutada con fir-

me decisión, sin titubeos. Desde ahora, los botánicos ya podemos adelantar que el laboreo del suelo virgen, los riegos, las repoblaciones forestales, los basureros y aguas residuales de cada población, etcétera, deberán localizarse lejos de los enclaves más ricos en flora, en especial si están en equilibrio inestable actualmente. Es un reto para todos.

Antes de entrar en los dos temas que siguen, quiero destacar el gran papel jugado por las reservas de caza: la del Castellar al norte de Zaragoza (Braun-Blanquet y Bolòs, 1957, págs. 19-20) y la de Fraga (Bolòs, 1973, pág. 4) que perteneció a los Montcada, señores del Bearn, nos hace pensar en la presión ejercida por los cazadores para mantener un ambiente forestal y más aún junto a la estepa. La caza, la apicultura y modalidades de la ganadería más extensiva mantuvieron diversificado el paisaje vegetal aragonés; los rebaños conservan el pasto heliófilo, frenando así la invasión de matas o árboles que son utilizados además como combustible.

Como es normal, de acuerdo con la ecología teórica, la diversificación propicia la estabilidad. Un abanico de usos, con movimientos ordenados del ganado y la caza controlada, conduce al paisaje estructurado más estable y bello.

2. LA SALINIDAD Y SU MOVILIZACIÓN

Vimos la excavación producida por hundimiento progresivo de la red hidrográfica ibérica durante largos períodos del Neógeno y Cuaternario. Dicha erosión continúa, pero ha sido frenada eficazmente por una vegetación que formó suelos aceptables, unos *serosem* profundos (Kubiena, 1952). Es lógico que la evolución vegetal —de unas especies adaptadas progresivamente, pero también de las fitocenosis en evolución serial hacia su etapa estable— haya favorecido a las plantas y comunidades estabilizadoras, precisamente las que frenan dicha erosión milenaria. Veamos situados al nivel de paisaje los mecanismos más aparentes.

En la parte baja de Aragón, la esteparia que ahora consideramos, vemos un sector poco influido por la inversión térmica invernal: la Tierra Baja turolense y cercanías de Mequinenza-Caspe, donde predominan los bosques de pino con matas termófilas, como en el Vedado de Fraga ya mencionado. Los Monegros, y comarcas parecidas, forman un continuo de vales separadas por divisorias que se suceden en mosaico maravilloso cuando las observamos desde el aire. En una parte de los Monegros existen otras vales sin avenamiento actual que forman lagunas temporales más o menos salobres en épocas lluviosas.

Podemos imaginar una val típica, para reconstruir su evolución, junto con las tendencias evolutivas bajo el aspecto de uso y conservación. La situación en el espacio de cada elemento nos exige conocer las fuerzas moldeadoras ejercidas por la gravedad en ladera y el poder edificador de la vegetación autóctona.

Los suelos de costra yesosa, con líquenes protectores que frenan la erosión eólica, mantienen una vegetación paupérrima de matitas puntisecas (como en la frigana de Grecia), pero reviven después de las lluvias otoñales; entre ellas se forman unas costras protectoras de líquenes muy especializados. Este suelo de costra (Kubiena, 1952) es más resistente a la erosión eólica y alterna con otros pulverulentos erosionados fuertemente.

Un viento impetuoso (cierzo) y las lluvias torrenciales después del verano arrastran partículas finas hacia la vaguada próxima. A sotavento y con impetuosidad frenada por el albardín se deposita el limo retenido por él con avaricia. Durante siglos pudo formarse un suelo que regula la vida vegetal, conservando aire y agua para las raíces. El rizoma potente, junto con raíces extraordinarias, genera el humus imprescindible. El suelo del espartal es una maravilla de trabajo paciente, edificador. Todo eso es destruido rápidamente por un tractor mal manejado y puede serlo también por los riegos incontrolados.

En los dibujos tan esquemáticos, quiero representar el entramado al que hago referencia ahora y la situación del albardín o esparto aragonés en cada ladera. Exagero la escala vertical para que se aprecie la importancia del suelo acumulado durante milenios de actividad edificadora.

En la fig. 1 representamos la excavación diferencial producida por ahondamiento de la red hidrográfica ibérica del Ebro. No se han formado vales importantes en una parte de los Monegros y eso indica que allí la erosión por arroyamiento ha tenido escasa importancia, tanto ahora como en el pasado geológico. En las cercanías del Ebro cada val profundiza más y juntos forman el entramado: la red estructurada que vemos desde los aviones.

La sal existe en casi todas las rocas margosas. Las evaporitas, con sulfatos (yesos) y cloruros, forman parte de las rocas y se liberan paulatinamente por falta de agua, pero el riego acelera su movilización provocando arrastres que contaminan el suelo agrícola. El espartal y todas las comunidades relacionadas con él (campos de cereal, eriales a pasto, ontinares y el sisallar más o menos salobre) toleran cierta salinidad, pero hasta un límite a partir del cual sólo persisten las plantas halófilas estrictas (*Limonium aragonense*, *L. catalaunicum*, *L. ovalifolium*, etcétera, con las barrilleras). El yeso, tan abundante en Aragón, impide la formación del álcali negro (carbonatos alcalinos), la peste de los suelos salinos húngaros.

Tenemos por lo tanto unas sales cristalizadas y conservadas en las rocas del Terciario, más otras que impregnan el suelo de cada val, a veces con capas depositadas antiguamente y cubiertas por el suelo más reciente. Existe un peligro latente al movilizar sales de las rocas, pero es más inmediato si es de la sal retenida en suelos salobres lavados ahora sin previsión; por otro lado es mucha la salinidad tolerada por determinadas comunidades esteparias pastadas por los animales domésticos o bien por una caza controlada, rentabilizada.

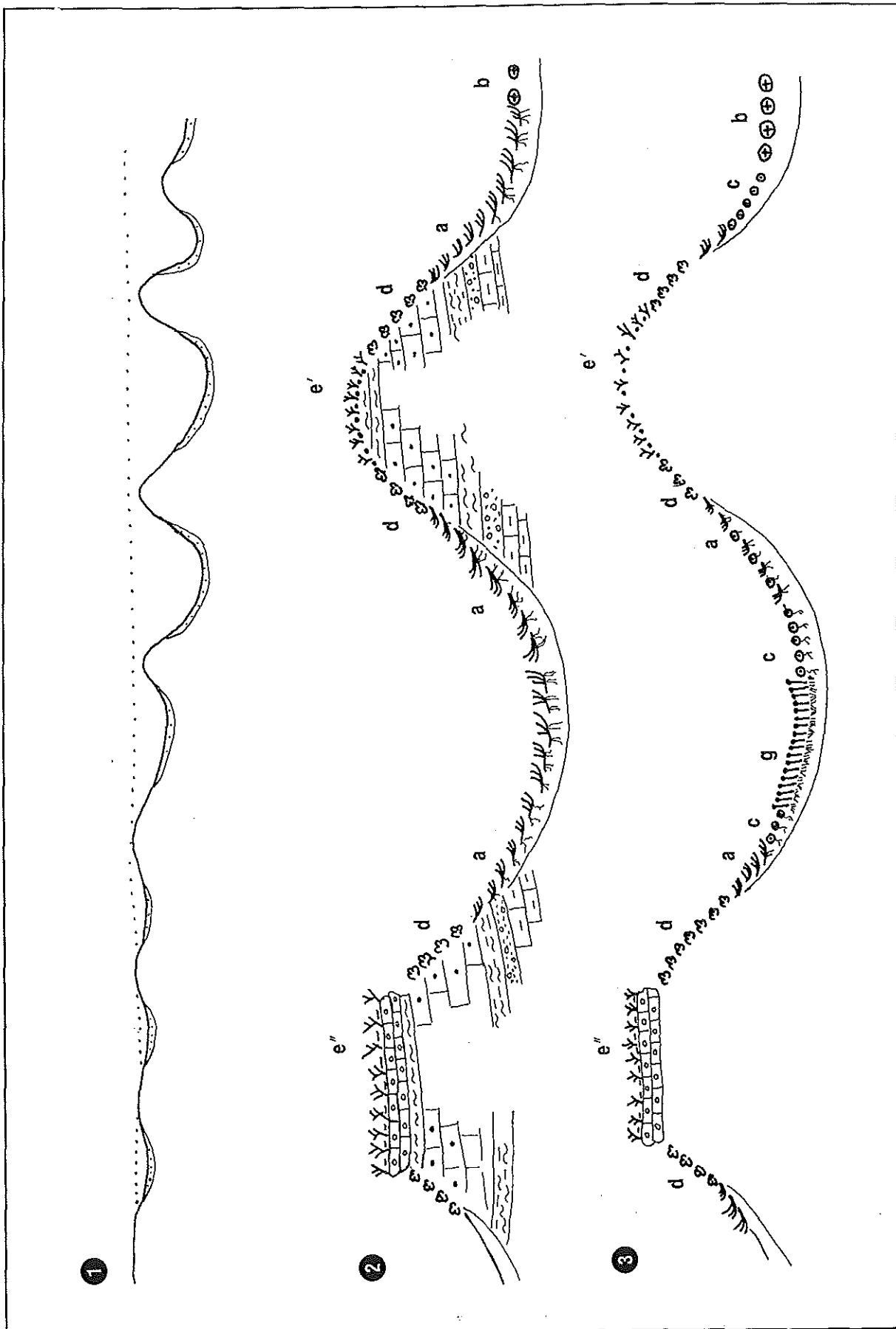
El problema se centra por lo tanto en unas preguntas simples, acaso simplificadas excesivamente: a) ¿conviene movilizar simultáneamente toda la sal retenida en las rocas y suelos aragoneses?, b) ¿es factible lavar de inmediato sólo los suelos salobres? y c) ¿cómo podríamos optimizar el empleo del agua procedente de nuestras montañas?

a) Lo sensato es no movilizar tanta sal y a la vez, porque los problemas serían insolubles. Existe un peligro y debemos tener conciencia de él, para no caer en excesos como los del pasado, en otra parte de los Monegros, que todos lamentamos.

b) Es obvio y existe ya la experiencia concreta en algunos suelos profundos de serosem, formados por el albardín, que pueden ser regados casi normalmente. En pocos años se consigue un suelo óptimo, gracias al poder edificador de la alfalfa con su potente raíz y la fijación de nitrógeno. En la parte endorreica, sin avenamiento normal, es probable que estos suelos escaseen, pero no así en las vales normales. Por lo tanto, la distribución del agua debe ser estudiada cuidadosamente y según calendario de lustros, acaso siglos: primero el suelo fértil, después el que puede mejorar pronto y finalmente, cuando ya todo esté organizado, los suelos salobres más difíciles.

c) La optimización del uso hídrico es fácil. Por una parte y con ayuda del ganado, podemos mantener unos pastos tolerantes a distintos grados de salinidad y sin excederse en el riego, evitando así movilizar las sales del subsuelo.

Eso implica planear desde ahora las explotaciones ganaderas más adecuadas al país, a sus recursos forrajeros actuales y a los potenciales, que son enormes según veremos a continuación.



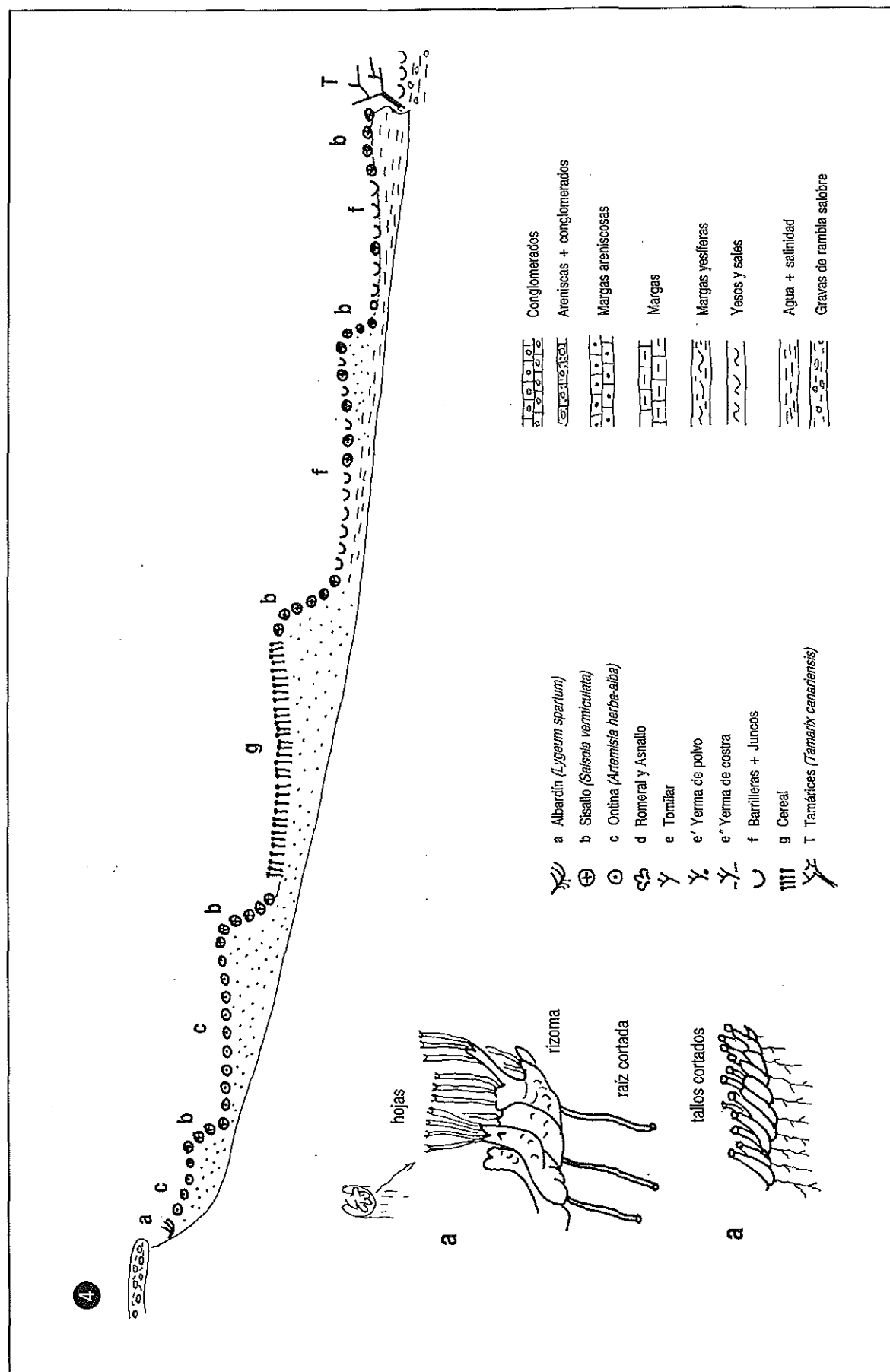


FIGURA 1.

3. EL USO DEL SISALLO Y OTRAS PLANTAS HALÓFILAS

Aludimos antes al uso tradicional del sisallar con ganado trashumante y unas ovejas paridas que aumentan su producción láctea gracias a la energía contenida en la semilla del sisallo. Hojas y frutos son «ordeñados» fácilmente por la oveja *rasa* y eso durante la sanmiguelada, después del equinoccio de otoño, precisamente cuando el otro pasto más fibroso ha «respirado» ya la energía acumulada en primavera y todas las plantas retoñan o germinan, dando entonces hoja tierna, un pasto rico en proteína.

La evolución multisecular del sisallar, con sisallo muy especializado, permite conocer las limitaciones salvadas al persistir produciendo, unos años más y otros menos, pero sin morir en plena canícula. Eso ya indica una de las limitaciones del riego en Monegros y comarcas próximas, el agua escasea en verano cuando maíz y alfalfa consumen cantidades exorbitantes para «refrescar», para producir sin morir. Tenemos pues la planta adecuada por su sobriedad estival y vale la pena conocerla a fondo. Intento aportar ahora lo que adquirí lentamente con esfuerzo e ilusión y espero un contagio animador.

El maíz también es planta C_4 , es decir cierra los estomas y recicla el CO_2 respirado para una nueva fotosíntesis. Ahora no interesa el mecanismo ecofisiológico y nos detenemos en el resultado, y más en otra planta capaz de persistir aun con sequías prolongadas; si además reduce la fotorrespiración y dispone de «sombri-lla» ante las radiaciones tóxicas (color glauco, hasta plateado en *Atriplex*), tenemos las plantas ideales para persistir con agua escasa en verano y producir en la otoñada, precisamente cuando los rebaños deben abandonar el Pirineo.

El sisallo es todo eso y además tolera la contaminación orgánica, el sirle de oveja y las aguas residuales de población en la estepa, junto con una salinidad moderada siempre que abunden los sulfatos, como es normal en casi todo Aragón. Pero estamos ante una planta silvestre, salvaje, nadie se ha preocupado de perfeccionarla, de adaptarla a nuestras necesidades, a la economía aragonesa. Dejadme, antes de entrar en la posible agronomía del sisallo, dar un toque al uso pastoral del sisallar aragonés, el que no requiere inversiones y podemos mantener en reserva para las intensificaciones por riego posteriores, dentro de 10, 50 ó 100 años.

Es el sisallo la planta más tolerante al calor y fuerte insolación canicular; aparece en los peñascos soleados, márgenes de campo venteados y quemados por un sol implacable. Es lógico que por abandono y tolerancia a la contaminación aparezca como algo «sucio», desdeñable. Sin embargo, el uso ganadero es tradicional, su nombre es popular entre los pastores, y debe continuar en muchas vales aragonesas, en especial donde existe un peligro de «corrimiento» de sales por riego. Convendrá disponer unas zonas de seguridad, tampones, para minimizar los peligros de una salinización generalizada. El sisallar normal no implica gastos adicionales y acaso pueda ser regado algo en los momentos cruciales, aumentando así la eficacia de las tormentas estivales.

El uso ganadero del sisallar implica tener explotaciones ganaderas muy organizadas, con producción diversificada para reducir el empleo de los concentrados y maximizar el uso de los forrajes del país. El sisallo debe producir forraje y además un concentrado energético en el momento más adecuado, en la sanmiguelada, con rebaños pirenaicos que incrementan la carga estacional. Ensilados, henificación, pastaderos con grama (gramales) y algunas leguminosas adaptadas completarán el mosaico de pastos.

Entre los pastaderos y el cultivo forrajero normales, deberemos situar al sisallo en muchas vales aragonesas dedicadas a la producción ganadera intensificada progresivamente. Es lógico que en Aragón existan muchos ecotipos, plantas adaptadas a todas las «perreries», usos y abusos. Supuesta tal variabilidad, ensayado por cultivo

experimental cada ecotipo importante, llega el momento de crear nuevos tipos de sisallo, precisamente las cultivares más adecuadas para el ganadero monegrino y tierrabajino.

Se impone por lo tanto una investigación que ya se inició en 1954 y sigue en la Estación Experimental de Aula Dei, mantenida principalmente por el doctor agrónomo Miguel Hycka. Tiene discípulos y ahora se impone activar la selección de sisallos distintos, adaptándolos al uso para cada val aragonesa árida y salobre. La ecofisiología estudiada por especialistas como los que ya trabajan en Pamplona (Universidad de Navarra, prof. Manuel Sánchez), con trabajos de tipo experimental coordinados, más el estudio de los suelos, salinidad, etcétera, comentados en ponencias anteriores, deberían acelerar la selección de dichos ecotipos. Es urgente y nos parece rentable a corto plazo.

Ensayos de multiplicación en cada época del año, el uso de la clonación con siembras adecuadas, deben conducir a la planta más útil para usos variados. En una finca ganadera y para completar las posibilidades del sisallar normal, buscaría el sisallo productor de mucha semilla, después de la siega en momentos precisos del año y a varias alturas sobre el suelo. Conviene pensar en la posible mecanización para recolectar semilla.

Me parece necesario mantener además los sisallares espontáneos con su uso tradicional, en los lugares de difícil transformación por riego y precisamente para mantener la variabilidad ecotípica, para no perder posibles ecotipos de uso en los siglos venideros. Márgenes soleados de los campos salobres son adecuados para mantener al sisallo natural, como se ha hecho siempre en muchas vales aragonesas. Existe la tentación de romper setos de sisallo, para mecanizar, para evitar trabajo al que ya no se preocupa de mantener productivos sus campos ni evitar la erosión que siempre acecha.

Para condiciones de mayor salinidad tenemos los saladares pastados y conviene perfeccionar su uso ganadero como alivio temporal en las fincas ganaderas. También interesa mantenerlos con la mayor naturalidad, sin labor de arado perturbadora, para reserva de los futuros ecotipos en plantas resistentes a varios tipos de salinidad.

Existen gramíneas tolerantes a la salinidad, algunas tanto como determinados *Elymus* y *Agropyron* o bien las maravillosas *Puccinellia*. Para casos concretos, con agua salobre abundante y tarquín de ribera o agua residual humana, existen los gramales (*Paspalum distichum* y *Cynododon dactylon*) tan interesantes en el futuro de nuestro regadío, que se vislumbra muy ganadero.

El riego es eficaz sólo en los suelos potencialmente productivos. Hemos visto cómo el albardín formó el mejor suelo para uso agrario y podemos aumentar su fertilidad, con materia orgánica humificada, para que sean rentables transformando así agua en riqueza. Sin suelo fértil malgastamos una riqueza que además moviliza sales y destruye sin edificar para el futuro. Debemos pensar que el agua se obtiene «matando pueblos aragoneses», un alto precio para continuar además destruyendo suelos por salinización.

La ganadería ha creado fertilidad desde siempre; no hay otro medio edafogenético más rápido y el estiércol resulta imprescindible. El laboreo en verano quema fertilidad, el humus acumulado en años anteriores, y mal produciremos maíz, sorgos, girasol, cártamo, etcétera, sin recuperar dicha fertilidad esquilmada. Para crear suelo, es imprescindible la ganadería con su pastoreo que reduce la respiración edáfica y retrasa la destrucción del humus o más bien favorece su acumulación.

Tanteados ya los aspectos relacionados con el tema de las vales salobres, sisallares y la ganadería constructiva, elaboradora de fertilidad, imaginemos lo que podría ser un paisaje creador de riqueza agropecuaria, agraria, y que además mantenga todo lo valioso de un paisaje aragonés bello, variado y productivo.

4. PLANTEAMIENTO DE LA DIVERSIFICACIÓN GANADERA

Llego a este punto lógico con gran temor, por entrar ya en un terreno alejado de mi especialidad. Como botánico y ecólogo especialista en pastos puedo aportar algo, pero desearía comprensión ante las dificultades mías y un apoyo en la discusión constructiva que deberíamos continuar conjuntamente.

Intento seleccionar los problemas de una manera lógica, según la dificultad creciente por alejamiento progresivo de la práctica normal. En nuestro caso deberíamos partir de la trashumancia actualizada, con una carga ganadera otoñal-invernal, oveja *rasa*, y grandes espacios que ya esperan su transformación por riegos en cantidad y momentos adecuados.

Eso no impide la investigación agropecuaria, el ensayo del pastoreo con razas de ganado vacuno, equinos, caprinos y cualquier otro animal capaz de industrializar nuestro pasto, el sisallo y los armuelles tan abundantes, hacia unos productos comercializables. Con animales en pastoreo más los de cuadra, se producirá estiércol creador de fertilidad. La investigación técnica y científica debe hacer ensayos con todo tipo de animales y en situaciones variadas, para obtener información de primera mano y apropiada para cada proyecto sucesivo de ordenación global.

Claro que lo vislumbrado implica unos gastos inmediatos en infraestructura, en canales y puntos de agua situados estratégicamente, pero excluye los aterrazamientos mezcladores del suelo con la roca blanda subyacente. Un 10-40 % de la superficie, según lugares hasta menos, acaso tenga suelo profundo y potencialmente fértil para iniciar la explotación agraria normal: la de alfalfa seguida del maíz o sorgos tan conocida en Aragón. En muchos ambientes el suelo fértil será tan escaso y el peligro de salinización tan evidente, que convendrá retrasar el riego normal durante lustros y acaso decenios.

Mientras se consigue ampliar el área regada normal, debe cuidarse la que recibe unos rebaños pirenaicos o bien mantiene en invierno los propios que subirán a puerto. Ovejas con cabras en número variable según los casos pueden transformar nuestro pasto en estiércol, en sírle valioso para potenciar la producción por riego de las partes intensificadas.

El riego por goteo bien dosificado, con las posibilidades de la técnica moderna, debe acelerar la formación de un suelo fértil aun en condiciones de sal retenida en el subsuelo e inmovilizada por un riego insuficiente. En cada caso se podrá forzar la evolución si el área es fundamentalmente agraria o bien mantenerla pastada indefinidamente en los sectores ganaderos intercalados.

La infraestructura viaria —de vías pecuarias adecuadas, con riberas y espacios libres bien situados— facilitará el pastoreo invernal de los alfalfares, con utilización optimizada en cada momento de todas las posibilidades ofrecidas. Conviene promover el pastoreo sectorial y los rebaños necesitan en invierno grandes espacios, salvo que intensifiquemos mucho las producciones forrajeras.

Existen depresiones con tendencia hacia la salinización, todas ellas apropiadas para mantener gramales productivos, con o sin trébol fresa (*Trifolium fragiferum*) y otras pratenses pastables que completen la producción del sisallar mejorado, como se dijo antes. Son inmensas las posibilidades de ordenación y deben conjugar-se para mantener un ganado estante y el trashumante a la moderna, que además mantenga la fertilidad.

Todo eso puede parecer una complicación, pero estoy seguro que si se intenta con jóvenes emprendedores y entusiastas, las soluciones globales llegarán solas. El progreso de los sistemas complejos se hace con ajustes sobre la marcha y las complementariedades se descubren al presentarse cada oportunidad. Una parte de los nuevos regadíos, en especial junto a sectores con mayor peligro de salinización, convendría reservarla

para realizar estudios experimentales en gran escala y también otros más intensivos de tipo técnico-científico. Sólo debería tenerse en cuenta que los rebaños en verano deben subir a puerto, descargando así en los momentos de calor y máxima producción el pasto que puede conservar su energía, el sisallo que hemos querido comentar.

Para que sea factible lo vislumbrado ahora, no veo otro camino más que el de crear escuelas agropecuarias muy prácticas, explotaciones enormes dedicadas a la investigación práctica y a la enseñanza, junto con varias fincas casi normales destinadas a los jóvenes empresarios que después pasarán de la finca-escuela a la definitiva. Estos sectores tan grandes incluirían además reservas de caza y ensayos con pastoreo muy extensivo, para controlar sus efectos sobre la estabilidad y evolución de todas las fitocenosis implicadas.

Como criterios directores cabe considerar pues la formación de los jóvenes investigando y conservando, pero sólo en contacto con unos problemas reales y demostrándoles el enorme potencial productivo de un regadío diversificado, siempre con el ganado adecuado. Vale la pena intentarlo conjugando investigación y desarrollo, con promoción humana y además de cultura científica, la del futuro.

CONCLUSIONES

Podrían ser muchas, pero creo conveniente limitarlas a unas pocas fundamentales. Existen potenciales productivos enormes y un peligro de uniformización perturbadora, tanto por salinización, riego excesivo, como por aumento de unas producciones agrarias excedentarias o poco competitivas.

La diversificación adaptativa, estabilizadora, permite fomentar nuestra ganadería en todos sus aspectos relacionados con el pastoreo y la estabulación. Debe conseguirse una ganadería diversificada y creadora de fertilidad edáfica. El suelo es la riqueza potenciada por el riego, mientras el agua en suelo poco apropiado será siempre contraproducente, hasta salinizadora aguas abajo.

Me ha parecido conveniente ensalzar las cualidades excepcionales de un pasto aragonés, del sisallo tan adaptado a la estepa de suelo ligeramente salino, eutrofizado. El sisallo tipifica la producción de un «pienso» al finalizar el verano, el pasto energético ordeñado por la oveja en lactación, la que produce cordero de calidad, con una carne aromática.

Se imponen los ensayos realizados con el sisallo segado, pastado, plantado, sembrado por el paso del ganado (semilla activada en el tracto intestinal) y hasta tratado con las aguas residuales de cada población. Los *Atriplex*, tanto *A. halimus* como otras especies, los bledos y cenizos (*Chenopodium*, *Amaranthus*) deben tener un porvenir ganadero y conviene acelerar los ensayos con siega o pastoreos oportunos. Su producción de semilla con poca agua en verano debe estimularnos. Caben infinidad de ensayos de riego por infiltración, comparando el gasto hídrico con la producción energética obtenida.

En la ordenación inherente a proyectos de tanta envergadura como el que Aragón tiene entre manos ahora, debemos considerar también las reservas ecológicas integrales con unas comunidades importantes (fito- y zoo-cenosis endémicas), más otras intervenidas ligeramente —caza y ganadería extensiva— y, finalmente, grandes áreas experimentales dedicadas además a la formación de los jóvenes empresarios agropecuarios.

Las fincas con empresario aprendiz permiten intervenir y moldear al agente que deberá realizar las aplicaciones correctas del riego. Es un proceso lento pero nos parece que será el correcto, el más útil para vertebrar el Aragón que todos deseamos, el que con trabajo muy ordenado vivirá de sus recursos geofísicos, vegetales, ganaderos y humanos.

BIBLIOGRAFÍA

- BOLÒS, O. de (1973), «La vegetación de la serreta negra de Fraga». *Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*. Tercera época 769, vol. 42, nº 6, 269-313.
- BRAUN-BLANQUET, J. y BOLÒS, O. de (1957), «Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme». *An. Estac. Exp. de Aula Dei*, 5 (1-4), 1-266. Traducido y publicado por la Delegación de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Zaragoza en 1987.
- CÁMARA NIÑO, F. (1946), «Plantas de los terrenos secos de Aragón». *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 6 (2), 371-395.
- KUBIENA, W. L. (1952), *Claves sistemáticas de suelos*. Instituto de Edafología. C.S.I.C., Madrid, 388 pp.
- MONTSERRAT RECODER, P. (1956), *Los pastizales aragoneses*. Ministerio de Agricultura. Madrid, 190 pp., folio con mapas y unas 600 ref. bibl.
- (1957), «Selección y pastizales». *Montes*, 13 (77), 325-329.
 - (1959), «Algunas ideas sobre xerofilia, halofilia y nitrofilia». *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 30, 81-85.
 - (1960), «Pastos para el secano aragonés, I». *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 32, 97-158.
 - (1961), «Ecología y pastizales». *Montes*, 17 (98), 171-177.
 - (1962a), «Pasto y forraje para el secano oscense». *Agro-aragonés*, (36), 6-7; (37), 20-21 y (38), 6-7.
 - (1962b), «Pastos para el secano aragonés, II». *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 33, 113-146.
 - (1966a), «Vegetación de la Cuenca del Ebro». *Publ. C. Pir. Biol. Exp.*, 1 (5), 1-22, mapa en negro a 1:1.000.000.
 - (1966b), «Agronomía del pasto». *Las Ciencias*, 31 (3), 189-202.